

Dr. Dennis Göge

Mittel- und langfristige technologische Entwicklungen in der Luft- und Raumfahrt zur Unterstützung militärischer Fähigkeiten von Morgen

Einleitung

Die Bundeswehr ist eine Armee im Einsatz und das nicht erst seit dem aktuellen Konflikt in Afghanistan. Neben neuen Anforderungen an die Truppe, die vor allem den asymmetrischen Bedrohungen geschuldet sind, spielen Forschung, Entwicklung und Technologie eine entscheidende Rolle hinsichtlich technisch/technologischer Fähigkeiten im Einsatz. Forschung, Entwicklung und Technologie müssen sicherstellen, dass die Bundeswehr im Einsatz zeitnah und nachhaltig das erhält, was zur Auftragserfüllung benötigt wird und den optimalen Schutz der im Einsatz befindlichen Kräfte gewährleistet. Darüber hinaus muss die Ausrüstung schnell, flexibel und skalierbar an die operative Situation und an geänderte Rahmenbedingungen angepasst werden können. Dies nicht nur im Hinblick auf aktuelle sondern auch auf zukünftige Einsatzszenarien.

Im Querschnittsbereich Sicherheitsforschung des DLR werden die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten mit verteidigungs- und sicherheitsrelevantem Bezug in Abstimmung mit den Partnern in Bund, Ländern, Industrie und Wissenschaft in vier Programmlinien geplant und gesteuert:

- ▶ Luftgestützte Plattformen
- ▶ Satellitentechnik und Sensorik
- ▶ Wirkung, Schutz und Werkstoffe
- ▶ Sicherheit und Dual-Use

Die strategische Ausrichtung in der Verteidigungs- und zivilen Sicherheitsforschung des DLR erfolgt vor dem Hintergrund der aktuellen und zukünftigen europäischen Sicherheits- und Verteidigungspolitik – somit werden die zuvor erwähnten Einsatzszenarien adressiert. Zudem finden die auf internationaler Ebene definierten Fähig-

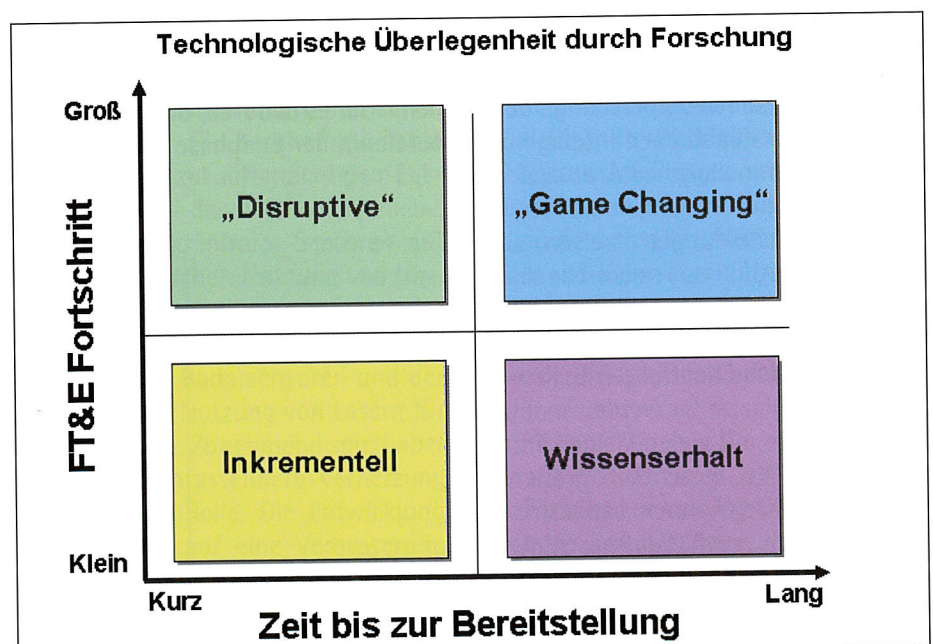
keitsprofile zum Schutz der Bevölkerung und zur Sicherung des Friedens Berücksichtigung.

Technologische Überlegenheit durch Forschung

Um den zukünftigen Anforderungen der Bundeswehr im Einsatz gerecht werden zu können, muss Forschung, Entwicklung und Technologie (FE&T) nicht nur langfristig zu Verbesserungen in der Ausrüstung der Truppe führen, sondern auch kurzfristig in der Lage sein, Modellverbesserungen oder sogenannte Spiral-Entwicklungen realisieren zu können. Im Idealfall werden FE&T-Mittel in einer derartigen Balance eingesetzt, dass das benötigte existierende Equipment mittels der zuvor angesprochenen inkrementellen Entwicklungen auf den neusten Stand gebracht werden kann – ein Beispiel ist die Mehrrollenfähigkeit des Eurofighter – und parallel Langzeit-Entwicklungen angestoßen und vorangetrieben werden,

die einen hohen operationellen Nutzeffekt – „Game Changing“ – in der Zukunft erzielen. Neue Forschungsgebiete wie die Nanotechnologie können darüber hinaus bewirken, dass Langzeit-Entwicklungen schon sehr viel früher bereitgestellt werden können. Man spricht dann von einer sogenannten durchschlagenden bzw. „Disruptive“ Technologie. Langzeit-Forschung und -Entwicklung führt aber nicht immer zu durchschlagenden Technologien, oder zu Technologien, die einen hohen operationellen Nutzeffekt in der Zukunft erzielen. In einigen Fällen kann ein Langzeit-Investment auch zu lediglich geringen technologischen Verbesserungen führen – dies würde man als Wissenserhalt bezeichnen.

Nachfolgend werden ausgewählte wehrtechnisch relevante Systeme, Technologien sowie Konzepte und Kompetenzen, die vom DLR entwickelt und untersucht werden, vorgestellt. Der Fokus wird hier auf Themen gelegt, die ent-



Technologische Überlegenheit durch Forschung

weder aller Wahrscheinlichkeit nach einen hohen operationellen Nutzeffekt in der Zukunft erzielen werden, oder die einen direkten Bezug zu derzeitigen Plattformen der Bundeswehr aufweisen, die mittelfristig inkrementelle Entwicklungen zur Kampfwertsteigerung erfahren werden.

Technologische Trends im Bereich Luftgestützte Plattformen

Das DLR beschäftigt sich in der Programmlinie „Luftgestützte Plattformen“ mit Forschungsaktivitäten zu Kampfflugzeugen, Transportflugzeugen, Drohnen und hochagilen, teil- und vollautonomen Luftfahrzeugen sowie Helikoptern. Die Bundeswehr hat in der Vergangenheit Plattformen, wie z.B. den Eurofighter oder den A400M, beschafft, die in zukünftigen Einsatzszenarien eine entscheidende Rolle spielen. Forschung und Entwicklung ist notwendig, um die Fähigkeiten dieser Plattformen/Waffensysteme weiter zu entwickeln, um so z.B. die Mehrrollenfähigkeit des Eurofighter realisieren zu können. So ist es von entscheidender Bedeutung, dass im Rahmen inkrementeller Entwicklungen die „Luft-Boden-Rolle“ realisiert wird. Das DLR liefert hierfür Beiträge im Bereich der Avionik, Systemintegration, Flugregelung und -steuerung, sowie der Bewertung von Konfigurationsänderungen. Aerodynamische Untersuchungen im Windkanal und Untersuchungen

mittels Simulationsverfahren zu Themengebieten wie Waffenabgang komplettieren die Kompetenzen des DLR in Bezug auf die Kampfwertsteigerung des Eurofighter. Ähnliches gilt auch für den Transporter A400M. Die Simulation der Luftbetankung, das Absetzen spezieller Lasten oder die Untersuchung von Propellerströmungen sind Beiträge des DLR, die den A400M auf zukünftige Aufgaben vorbereiten.

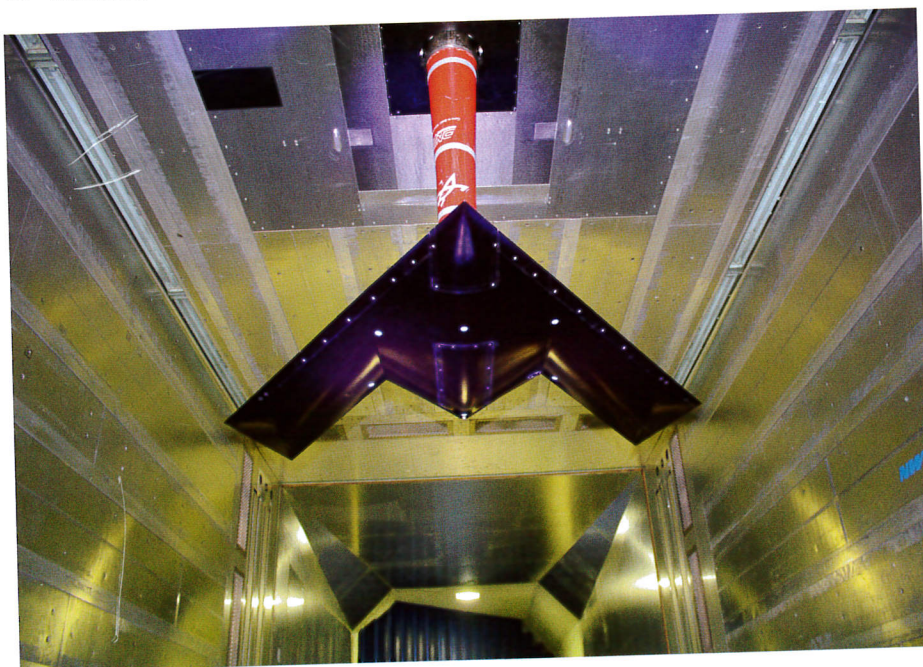
Teilautonome Luftfahrzeuge, die überwiegend zu Aufklärungszwecken eingesetzt werden, sind bereits in heutigen Einsätzen der Bundeswehr von großer Bedeutung. Einen hohen operationellen Nutzeffekt – „Game Changing“ – werden aber wohl zukünftig vollautonome, hochagile Luftfahrzeuge erzielen können, die nicht nur in der Lage sein werden, vollautonom in den gegnerischen Luftraum einzudringen, um vorgegebene Aufklärungsmissionen abzufliegen, sondern die darüber hinaus auch noch Wirkung gegen Ziele liefern. Rein technologisch müssen hierfür aber bedeutende Fortschritte in Bereichen der Strukturauslegung mittels neuartiger, leichter und hochbelastbarer Faserverbund-Strukturkonzepte und -Bauweisen, der Reduktion der Radar- und Infrarotsignaturen mittels konfigurativer Formänderung, der Integration von Triebwerken in die Struktur sowie variabler Triebwerkskonfigurationen erzielt werden. Themen wie

Kollisionsvermeidung, Waffenabgang und das autonome Fliegen im Verbund mit anderen bemannten Systemen im kontrollierten Luftraum werden im Rahmen der Verteidigungsforschung des DLR genauso intensiv untersucht, wie die zuvor genannten.

Das System Helikopter ist und bleibt auch zukünftig ein wichtiges und entscheidendes Element hinsichtlich der Unterstützung von Fähigkeitskategorien der Bundeswehr. Aus diesem Grund entwickelt das DLR Technologien, die mittel- und langfristig helfen werden, die Missionsspektren und Missionseffektivität zukünftiger Helikopter zu erweitern bzw. zu erhöhen. Erprobt werden diese Technologien zumeist im Fliegenden Helikopter Simulator (FHS). Wie auch bei teilautonomen Luftfahrzeugen, spielt beim Helikopter in der Zukunft die Mensch-Maschine-Schnittstelle eine große Rolle – realisiert mittels aktiver Steuerungsorgane. Aktive Sidesticks sind die Zukunft der Steuerungstechnologie besonders für militärische Hubschrauber. Die Möglichkeiten zur Steigerung der Flugsicherheit und Missionseffektivität mittels aktiver Funktionen durch Reduktion von Pilotenbelastungen und Reduktion von Bauteillastspitzen sind vielfältig. Pilotenassistenzsysteme werden darüber hinaus helfen, dass intuitive Fliegen eines bemannten Helikopters zu ermöglichen. Diese unterstützen den Piloten vom Start bis zur Landung auf unvorbereiteten Landeplätzen, im Tiefflug in der Hinderniskulisse, bei Tag, bei Nacht und bei schlechten Sichtverhältnissen – Brown-Out und White-Out Problematik.

Technologische Trends im Bereich Satellitentechnik und Sensorik

Die militärische Nutzung des Welt-raums hat in den vergangenen Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen und wird in der Zukunft eine noch entscheidendere Rolle hinsichtlich der Fähigkeitskategorien „Nachrichtengewinnung und Aufklärung“, „Unterstützung und Durchhaltefähigkeit“ sowie „Führungsfähigkeit“ spielen. Aber auch der Einsatz von Spezial-Sensorik gekoppelt mit bildverarbeitenden Algorithmen auf luft- oder bodengestützten Plattformen werden einen hohen



Experimentelle Untersuchungen im Windkanal



Fliegender Helikopter Simulator (FHS) des DLR

operationellen Nutzeffekt in zukünftigen Einsätzen der Bundeswehr erzielen. Hier liefert das DLR Beiträge, die technisch/technologisch in Europa einzigartig sind. Herauszuheben ist die End-to-End Systemkompetenz in der Raumfahrt, von der Sensorentwicklung, über den Betrieb von Satelliten bis zum Empfang und der Verarbeitung von Daten inklusive der anschließenden Bereitstellung von Datenprodukten (z.B. Karten).

Die Bundeswehr betreibt Aufklärungs- und Kommunikationssatelliten, die für den Soldaten im Einsatz überlebenswichtig sind. Daher rückt der Schutz dieser weltraumgestützten Systeme, der die Fähigkeit zur Erstellung eines Weltraumlagebildes als Grundvoraussetzung für das Erkennen und Bewerten aller Objekte und Vorgänge im erdnahen Weltraum erfordert, immer mehr in den Fokus. Die Generierung eines Weltraumlagebildes erfolgt durch die kontinuierliche und systematische Erfassung, Lokalisierung und Bahnverfolgung (Weltraumüberwachung) sowie komplementär durch die Identifizierung und technische Analyse von Weltraumobjekten (Weltraumaufklärung). Die Boden und weltraumgestützte Orbit-Beobachtung mittels Optik und Radar wird in Zukunft entscheidende Dienste zur Vermeidung von Kollisionen im Weltall leisten. So arbeitet das DLR z.B. am Aufbau einer „Space Debris Monitoring Plattform“, einem laserbasierten System zur Erfassung der Bahndaten und Bahnverfolgung von Weltraumschrott.

Raumgestützte hochauflösende Radarsysteme mit synthetischer Apertur (SAR-Systeme) ermöglichen schon heute eine globale Aufklärung, die weitestgehend unabhängig von Wetter und Tageszeit erfolgt. Die Weiterentwicklung solcher SAR-Systeme wird auch im DLR vorangetrieben. Sogenannte multitemporale SAR-Aufnahmen sind z.B. ein mächtiges Werkzeug zur Steigerung der visuellen Detektionswahrscheinlichkeit einzelner Objekte. Sie werden in Zukunft den Informationsgewinn über Objektform, -größe, -kontext und zeitlichem Verhalten erleichtern und werden so zu einer erheblichen Unterstützung der Zieldetektion und -erkennung beitragen, speziell in komplexer Umgebung, wie z.B. urbanen Gebieten mit einer hohen Dichte an künstlichen Strukturen.



Georeferenzierte 3-D-Welt generiert aus Tornadoüberflug

Einen hohen operationellen Nutzeffekt werden in der Zukunft 3-D-Datenprodukte auf der Grundlage von höchstauflösenden Oberflächenmodellen, sogenannten True Ortho Mosaiken und Seitenansichten erzielen, die mit spezieller Kamerasensorik und neuartigen Matching-Algorithmen in nahezu Echtzeit generiert werden können. Die Besonderheit liegt hier in der Kombination der Kameratechnik mit der anschließenden automatisierten Auswertung der Bilddaten – so können u. a. georeferenzierte 3-D-Welten aus 750 km/h schnellen Überflügen im Tornado realisiert werden. Diese 3-D-Welten können z.B. zur Missionsplanung für Spezialeinsätze oder zur strategischen Aufklärung herangezogen werden.

Technologische Trends im Bereich Wirkung, Schutz und Werkstoffe

In der Programmlinie „Wirkung, Schutz und Werkstoffe“ werden Forschungsaktivitäten zu u. a. der Systemfähigkeit Lasertechnik, der Systemfähigkeit Telemedizin sowie zu fortschrittlichen Flugkörpertechnologien durchgeführt. Darüber hinaus werden Themen wie die Entwicklung und Untersuchung von Materialsystemen sowie System-Verwundbarkeit und Insassensicherheit von Helikoptern adressiert.

Chemische, biologische und explosive (CBE) Substanzen stellen nicht nur in heutigen sondern auch in zukünftigen Einsätzen der Bundeswehr eine große Gefahr für das Leben der Soldaten dar. Nur durch eine frühzeitige Detek-

tion dieser Substanzen aus sicherer Distanz können rechtzeitig adäquate Maßnahmen für den Schutz von Menschenleben eingeleitet werden. Das DLR entwickelt und validiert erfolgversprechende Verfahren, die die frühzeitige Detektion und Identifikation von Gefahrstoffen aus bis zu mehreren Kilometern Entfernung ermöglichen werden. Lasergestützte Stand-off Detektierungsverfahren der Zukunft werden nicht nur zwischen verschiedenen Gefahrstoffen differenzieren können sondern auch witterungsunabhängig und augensicher und somit immer und überall einsetzbar sein. Eine weitere Anwendung der Systemfähigkeit Lasertechnik, die einen hohen operationellen Nutzeffekt für die Bundeswehr erzielen kann, ist die derzeitige Entwicklung von Technologien, Konzepten und Verfahren zur Störung, Täuschung und ggf. Zerstörung von optischen Sensorsystemen. Die FE&T-Arbeiten werden durch die rasche Entwicklung auf dem Gebiet der Lasertechnologie, insbesondere der Festkörper- und Halbleiterlaser, vorangetrieben. Beispielhaft sei hier der Schutz von fliegenden Plattformen vor infrarotgelenkten Flugkörpern mit Hilfe von angepasster Laserstrahlung – der sogenannten „gerichteten optischen Gegenmaßnahme“ – erwähnt.

Einsätze, insbesondere im Ausland, stellen den Sanitätsdienst der Bundeswehr vor besondere Aufgaben – und konfrontieren ihn teilweise mit extremen fachlichen Anforderungen. Telemedizinische Verfahren können im Rahmen der Einsatzunterstützung dazu beitragen, dass die Qualitätsanforderungen an die medizinische Versorgung der Einsatzkräfte gemäß den Vorgaben und Richtlinien erfüllt werden – gerade dann, wenn die benötigten medizinischen Experten nicht am Ort des Geschehens sind. Mit der Erhöhung der Bandbreiten (Satelliten-Kommunikation) und der optimalen Satellitenverfügbarkeit wird auch die Telemedizin zunehmend weitere wichtige Beiträge leisten können. Schlüsseltechnologien, wie Telepräsenzsysteme und die Robotik, werden in Zukunft die Durchführung von Operationen im Einsatzgebiet aus „sicherer Entfernung“ ermöglichen. In diesem Zusammenhang



Lasergestütztes Detektionsexperiment von Gefahrstoffen auf der DLR-Freistrahlstrecke

ist auch die zukünftige psychologische Betreuung von Soldaten im Einsatzgebiet aus Deutschland unter Nutzung der Telemedizin zu nennen. Sie stellt eine sehr wichtige Erweiterung der telemedizinischen Verfahren im Bereich der Telediagnostik dar.

Fazit

Technologische Überlegenheit durch Forschung wird für die Bundeswehr in allen zukünftigen Einsätzen von entscheidender Bedeutung sein. Langzeitentwicklungen, bzw. Grundlagenforschung im Bereich der Luft- und Raumfahrt werden dabei helfen, einen hohen operationellen Nutzeffekt für die Truppe zu erzielen. So werden z.B. lasergestützte Stand-off Detektierungsverfahren zukünftig in der Lage sein, zwischen verschiedenen CBE-Substanzen differenzieren zu können. Die Systeme werden darüber hinaus witterungsunabhängig und augensicher und somit immer und überall einsetzbar sein. Inkrementelle Entwicklungen zur Kampfwertsteigerung von existierenden Plattformen werden hingegen mittelfristig notwendig sein, um z.B. die Mehrrollenfähigkeit des Eurofighter realisieren zu können – auch hierfür ist solide und nachhaltige Forschung unerlässlich. In einigen Fällen kann ein Langzeit-Investment allerdings auch zu lediglich geringen technologischen Verbesserungen füh-

ren, die weder einen hohen operationellen Nutzeffekt in der Zukunft generieren noch eine Unterstützung zur Kampfwertsteigerung von existierenden Plattformen bedeuten. Dies würde man nicht als Verschwendung von FE&T-Mitteln, sondern als Wissenserhalt beziehungsweise als Generierung von Wissen für Morgen bezeichnen, das helfen wird, die militärischen Fähigkeiten von Morgen zu unterstützen. ■

Dr. Dennis Göge

Programmkoordinator

Sicherheitsforschung des

Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)